



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH MOSTU NA DÁLNICI D48

DESIGN OF BRIDGE ON THE MOTORWAY D48

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adam Holuša

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Adam Holuša
Název	Návrh mostu na dálnici D48
Vedoucí práce	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez.

Základní normy:

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro zadanou situaci navrhnete dvě až tři varianty řešení a zhodnotíte je.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu provedte podle mezních stavů včetně zohlednění vlivu výstavby mostu. Vypracujte statický výpočet, výkresy tvaru betonářské a předpínací výztuže.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem mostu na dálnici D48 na obchvatu města Frýdek – Místek. Celkové rozpětí mostu je 113 m. Byly navrženy 3 studie. Pro podrobný návrh byla vybrána varianta monolitického komorového nosníku o 3 polích. Most je betonován na pevné skruži. Do statické analýzy je zahrnut také vliv výstavby pomocí TDA. Posudek je proveden pomocí programu Scia Engineer 18.0. Konstrukce byla posuzována podle platných EC.

KLÍČOVÁ SLOVA

Dálniční most, komorový nosník, předpjatý beton, statická analýza, TDA, časová analýza, postup výstavby

ABSTRACT

Diploma thesis deals with design of a new bridge on motorway D48 located on bypass of Frýdek – Místek. Total spread of the bridge is 113 meters. Thesis includes 3 studies. For next assesment was chosen concrete girder box construction with 3 spans. Bridge is bulit on falsework. Structural analysis includes influences of construction by TDA method. Load effect is solved in Scia Engineer 18.0. The assesment of the bridge was made according to EC.

KEYWORDS

Motorway bridge, girder box, prestressed concrete, static analysis, TDA, time analysis, construction phase

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Adam Holuša *Návrh mostu na dálnici D48*. Brno, 2018. 21 s., 212 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11. 1. 2019

Bc. Adam Holuša
autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Miloši Zichovi Ph.D. za jeho ochotu, vedení a rady při zpracování této práce. Dále všem, kteří mi svojí radou pomohli při jejím zpracování.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH MOSTU NA DÁLNICI D48

DESIGN OF BRIDGE ON THE MOTORWAY D48

TECHNICKÁ ZPRÁVA

TECHNICAL REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adam Holuša

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2019

Obsah

1. Úvod.....	4
2. Identifikační údaje	4
3. Základní údaje o mostu.....	5
4. Umístění mostu	6
5. Vybavení mostu	7
6. Geologické poměry.....	7
7. Varianty návrhu	8
Varianta 1	8
Varianta 2	8
Varianta 3	8
8. Technické řešení mostu	9
Zemní práce	9
Založení.....	9
Spodní stavba.....	9
Nosná konstrukce.....	9
Uložení	10
Vozovka.....	10
Statické řešení.....	10
9. Postup výstavby	11
Spodní stavba.....	11
Nosná konstrukce.....	11
Dokončovací práce	12
10. Závěr	12
11. Použité zdroje.....	13
Literatura	13
Normy	13
Internet	13
12. Seznam příloh textové části	14

P1. Použité podklady a studie řešení	14
P2. Výkresy – přehledné, podrobné a detaily	14
P3. Stavební postup a vizualizace	14
P4. Statický výpočet	14

1. Úvod

Trvalý silniční most o třech polích, který převádí dálnici D48. Most je součástí nově budovaného obchvatu města Frýdek – Místek, který je veden jako větev dálnice D48. Mostní objekt nese označení SO 222. Most překračuje umělou překážku, dálnici D48. Úhel křížení je 39,211^g.

V místě mostního objektu je komunikace vedena v přímé. Výškové řešení komunikace je vedeno ve vrcholovém oblouku. Most má tedy proměnný podélný sklon. Příčný sklon mostu je řešen ve střechovitém sklonu 2,5 %.

Komunikaci převádí jediná nosná konstrukce z předpjatého betonu. Komunikace je vedena pouze v jednom směru – na Český Těšín. Opačný směr je veden samostatně a nepotřebuje v místě daném úseku přemostění. Most je osazen železobetonovými římsami, jedna z nich slouží jako nouzový chodník.

2. Identifikační údaje

Stavba:	Obchvat Frýdek – Místek, MÚK Dobrá
Objekt:	SO 222
Název mostu:	Most na křižovatkové větvi MÚK Dobrá 8,118 km
Katastrální území:	Frýdek – Místek
Obec:	Frýdek – Místek
Okres:	Frýdek – Místek
Kraj:	Moravskoslezský
Projektant:	Bc. Adam Holuša
Pozemní komunikace:	Dálnice D48

3. Základní údaje o mostu

Druh převáděné kom.:	Dálnice
Překračovaná překážka:	Dálnice D48
Počet mostních polí:	3 pole
Doba trvání:	Trvalý most
Životnost:	100 let
Trasa na mostě:	Přímá, podélný sklon proměnný
Nosná konstrukce:	Spojité komorový nosník, monolitický
Délka mostu:	139,4 m
Délka přemostění:	113,0 m
Délka nosné konstrukce:	114,5 m
Rozpětí jednotlivých polí:	33,0 + 47,0 + 33,0 m
Stavební výška:	2,87 m
Úložná výška:	2,35 m
Šířka mostu:	11,3 m
Šířka nosné konstrukce:	10,7 m
Volná šířka mostu:	9,50m
Počet jízdních pruhů:	2

4. Umístění mostu

Most se nachází na konci nově plánovaného obchvatu města Frýdek – Místek.

Bod křížení dle S – JTSK:

X: 463582,437

Y: 1119539,251



5. Vybavení mostu

Most je vybaven standardním vybavením, aby splňoval požadavky na bezpečný a spolehlivý provoz. Vybavení mostu je asfaltový povrch, římsy, zábradlí, svodidlo, zábradelní svodidlo a odvodnění mostu.

Kryt: Asfaltový koberec mastixový	SMA 11+	40 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m ²
Asfaltový beton pro ložné vrstvy	ACL 16+	50 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m ²
Asfaltový beton ochranný	ACO 11+	40 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m ²
Izolační vrstva z asfaltových pásů		10 mm
Celkem		140 mm

Římsa: Na obou stranách mostu jsou navrženy monolitické římsy z betonu C30/37 XF4. Na římsách je osazeno zábradelní svodidlo ZSNH4/H2, silniční svodidlo H2 a mostní zábradlí s výplní dle VL4.

6. Geologické poměry

V okolí mostu bylo provedeno několik sond během IG průzkumu v rámci přípravy projektu. Další sondy zde byly provedeny v minulosti. V podloží je do cca 4 metrů jíla GC a poté zemina R3. Podloží je tedy únosné a pro založení mostu byly zvoleny piloty. Komplikace během výstavby mohou vzniknout z důvodu vysoké hladiny podzemní vody, která se nachází v hloubce cca 1,5 m pod původním terénem.

7. Varianty návrhu

V rámci práce byly vytvořeny 3 studie. Všechny studie jsou navrženy s konstrukcí o 3 polích s délkou 33 + 47 + 33 m. Převáděná překážka je dálnice D48. Při návrhu se bere v úvahu vhodnost konstrukce pro dané rozpětí, náklady na výstavbu a začlenění mostu do krajiny.

Varianta 1

První varianta je komorový betonový nosník. Nosná konstrukce je dodatečně předepnuta soudržnými kabely. Konstrukce je uložena na 2 ložiska na všech opěrách a podpěrách. Montáž konstrukce na výsuvné skruži.

Varianta 2

První varianta je ocelová komora se spřaženou železobetonovou deskou. Konstrukce je uložena na 2 ložiska na všech opěrách a podpěrách. Montáž ocelové konstrukce by byla provedena pomocí jeřábu.

Varianta 3

Třetí varianta je monolitická trámová konstrukce se 3 trámy o proměnném průřezu. Konstrukce je uložena na 2 ložiska na všech opěrách a podpěrách. Konstrukce by byla betonována na pevné skruži.

K podrobnějšímu návrhu byla vybrána varianta 1. Komorový průřez je pro toto rozpětí vhodnější. Varianta 3 je na horní hranici vhodného rozpětí a nepůsobila by příliš esteticky. Z estetického pohledu komorové nosníky z betonu i z oceli působí podobně a konstrukce působí příjemně a nenarušuje výrazně okolní prostředí. Výhodou komorového nosníku je vysoká tuhost v kroucení.

Varianta 1 před variantou 2 byla vybrána z důvodu snadné dostupnosti materiálu. V blízkém okolí je několik betonáren a dodání stavebního materiálu bude tedy poměrně snadno dostupné. Předpjatá betonová konstrukce má větší náklady na samotnou výstavbu, ale údržba konstrukce po dobu životnosti je méně nákladná než u ocelové komory.

8. Technické řešení mostu

Zemní práce

Před začátkem výstavby dojde ke skrývce ornice, a to v tloušťce 150 mm. Ornice bude uložena a opětovně použita zahumusování při dokončovacích pracích. Výkopové práce se budou provádět se svahem ve sklonu 1:1. Vhodná zemina bude uložena na skládce a poté opětovně použita na zásyp. Veškerá zemina a materiály, které bude použita na zásyp, musí splňovat příslušné předpisy na mrazuvzdornost a zhutnitelnost. Veškeré výkopy, vzhledem k vysoké hladině spodní vody, musí být řádně odvodněny dle návrhu z IG průřezu.

Založení

Založení mostního objektu je hlubinné. K založení budou použity vrtané piloty o průměru 900 mm. Délka pilot je cca 12 metrů. Podpěry i opěry jsou založeny na 9 pilotách. Piloty podepírají základové patku výšky 1,3 m. Piloty budou nadbetonovány min. o 0,5 m nad čistou úroveň a následně začištěny. Piloty jsou z betonu C25/30 XA1. Základové patky jsou z betonu C30/37 XC2, XD2, XF2. Podkladní beton je třídy C25/30 XA.

Spodní stavba

Opěry jsou monolitické z betonu C30/37 XC2, XD1, XF4, Tloušťka dříku je 2,3 m. Jsou provedeny včetně závěrných zídek, přechodových desek, křídel a ložiskových bloků. Horní povrch ložiskových bloků je ve sklonu 4 % směrem k závěrné zídce, odkud je voda odváděna ve žlábků. Přechodová deska je z betonu C25/30 XC1, XD1, XF1. Přechodová deska je připojena pomocí vrubového kloubu. Závěrná zídka má tloušťku 0,7 m v nejširším místě a je betonována z betonu stejné třídy jako opěra. Stejnou třídu betonu mají i podložiskové bloky. Podpěry jsou betonovány z betonu třídy C25/30 XC2, XD1, XF1. Mají proměnný obdélníkový průřez se zkosenými hranami.

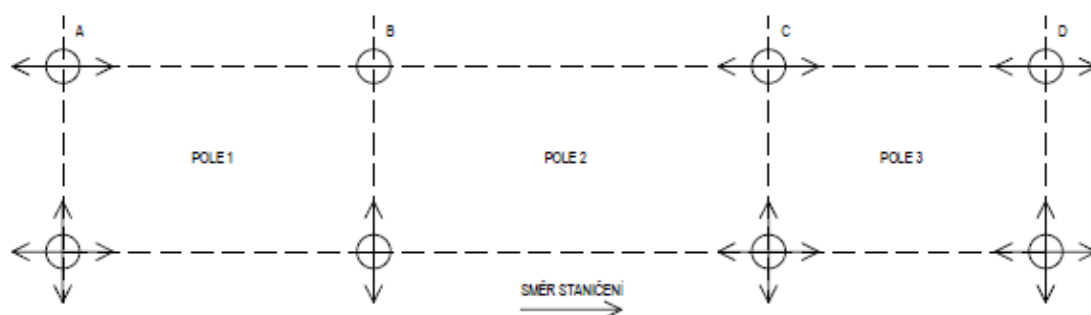
Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je tvořena monolitickým komorovým nosníkem z betonu třídy C35/45 XC1, XD1, XF3. V podélném směru má konstrukce náběhu. V místě opěr a podpěr dochází k rozšíření stěn průřezu a spodní desky. Délka nosné konstrukce je 114,5 m. Krajní pole mají náběh 7 m,

prostřední pole má náběh 9 m. Konstrukce je nepřímo uložena na podpěrách a opěrách pomocí hrncových ložisek. Nosná konstrukce je podélně předepnuta 10 kabely Y1860 S7 15,7 po 19 lanech. Napínání je jednostranné. Koncové příčníky jsou připraveny pro kotevní desky. Betonářská výztuž je použita B500B.

Uložení

Most je uložen pomocí hrncových ložisek



Vozovka

Asfaltový koberec mastixový	SMA 11+	40 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m ²
Asfaltový beton pro ložné vrstvy	ACL 16+	50 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m ²
Asfaltový beton ochranný	ACO 11+	40 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m ²
Izolační vrstva z asfaltových pásů		10 mm
Celkem		140 mm

Statické řešení

Konstrukce je tvořena 3 poli o délce 33 + 47 + 33 m. Délka nosné konstrukce mezi teoretickými podpěrami je 113 m. Přesah na opěrách je 0,75 m. Celková délka nosné konstrukce je 114,5 m. Model konstrukce je vytvořen v programu Scia Engineer 18.1.

Byl vytvořen prutový model se zalomenou střednicí, kvůli změně těžiště průřezu. Ložiska byla nahrazena dvojicí tuhých ramen, které nahrazují umístění ložisek na podporách a opěrách. Průřezy mostu jsou modelovány

pomocí skutečných průřezů a za použití předpínacích kabelů. Nebylo použito žádné zjednodušení geometrie mimo zanedbání změny podélného směru. Tento model byl použit k návrhu předpětí.

Následně byl vytvořen prutový model v rovině XZ. V tomto modelu byly použity stejné průřezy jako v modelu jedna. Byl navíc doplněn o fáze výstavby pomocí modulu TDA.

Pro posouzení příčného směru byl vytvořen desko-stěnový model a prutový model o šířce 1 m.

Konstrukce byla posouzena na mezní stavy dle ČSN EN pro trvalé a dočasné návrhové stavy. Do posudku jsou započítány vlivy postupné výstavby.

9. Postup výstavby

Spodní stavba

V místech stavebních jam je provedena skrývka ornice. Provedení vrtání pro piloty v místech opěr a podpěr. Následně je provedeno armování a betonáž pilot. Potom jsou provedeny výkopy staveních jam se sklonem svahu 1:1 bez podpěr. Na pilotové základy je vybetonován podkladní beton, základové patky. Následně jsou vybetonovány podpěry, opěry, úložný práh. Proveďte se hydroizolace, drenáže a prostor za opěrami je částečně zasypan.

Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je betonována postupně po polích od opěry 1 po opěru 4. Betonáž každého pole přesahuje o 1/5 rozpětí do vedlejšího pole, aby spoje byly v místě nulového momentu od stálého zatížení. Betonáž je provedena na výsuvné skruži, aby nebyl omezen provoz na dálnici D48. Po 28 dnech, kdy bude dosažena požadovaná krychelná pevnost, dojde k posunu výsuvné skruže a předepnutí 50 % kabelů. Postupně budou takto vybetonována všechny 3 pole a následně bude do konstrukce vneseno zbývající předpětí.

Dokončovací práce

Po dokončení nosné konstrukce bude dobudována závěrná zídka a dokončena přechodová oblast. Následně proběhne hydroizolace, instalace odvodnění, betonáž říms a osazení svodidel, zábradlí a zábradelního svodidla. Potom proběhne položení asfaltového krytu. Na závěr budou dokončeny terénní úpravy v okolí mostu, revizní schodiště a odvodňovací skluzy.

10. Závěr

Cílem této diplomové práce byl návrh mostu na obchvatu města Frýdek – Místek, který je součástí dálnice D48 se zaměřením na návrh nosné konstrukce. Byly vytvořeny 3 studie, ze kterých jedna byla vybrána k podrobnějšímu návrhu. Konstrukce je navržena tak, aby vyhověla na posouzení dle mezního stavu únosnosti a použitelnosti. Návrh byl proveden podle EC. Do výpočtu byl zahrnut i vliv postupné výstavby pomocí TDA. Posudek byl proveden v podélném i příčném směru. K návrhu byla vypracována vizualizace, výkresy tvaru a výkresy betonářské a předpínací výztuže.

11. Použité zdroje

Literatura

J. Stráský, R. Nečas, L. Klusáček, J. Panáček – Betonové mosty I, opory VUT 2006

M. Zich a kolektiv – Příklady posouzení betonových prvků podle Eurokódu, Dashöfer Holding, 2010

J. Stránský – Betonové mosty, ČKAIT, 2001

J. Navrátil – Předpjaté betonové konstrukce, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2008

Normy

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

ČSN EN 73 6201: Projektování mostních objektů

Internet

Vzorové listy www.pjpk.cz

Mapy www.mapy.cz

Betonové mosty www.fce.vutbr.cz/BZK/kolacek.j

Předpínací systém <http://www.vsl.cz>

12. Seznam příloh textové části

P1. Použité podklady a studie řešení

01 Podklad 1 Podélný profil	1:200	1	A1
02 Podklad 2 Příčný řez	1:200	1	A1
03 Podklad 3 Situace	1:50	1	A1
04 Studie 1 Betonová komora	1:200, 50	1	A1
05 Studie 2 Ocelová komora	1:200, 50	1	A1
06 Studie 3 Předepnuté nosníky	1:200, 50	1	A1

P2. Výkresy – přehledné, podrobné a detaily

01 Půdorys	1:200	5	A4
02 Podélný řez	1:200	5	A4
03 Příčný řez	1:50	6	A4
04 Výkres předpínací výztuže	1:100, 50, 25	14	A4
05 Výkres betonářské výztuže	1:50, 20	14	A4

P3. Stavební postup a vizualizace

01 Schéma postupu výstavby	1:400	7	A4
02 Vizualizace		5	A4

P4. Statický výpočet

01 Statický výpočet		108	A4
---------------------	--	-----	----